©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zur Ökologie der Diatomeen burgenländischer Natrontümpel

Von

Fritz Legler

(Mit 7 Textfiguren)

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien)

Mit Unterstützung der Wiener Akademie der Wissenschaften

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Jänner 1941)

Die vorliegende Abhandlung verdankt ihre Entstehung einer Anregung von Prof. Dr. Karl Höfler, der auf die Notwendigkeit einer Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen Chemismus und Mikroflora im sogenannten Seewinkel, der wasserreichen Niederung am Ostufer des Neusiedler Sees zwischen den Ortschaften Podersdorf und Illmitz, verwies. Bei dem großen Umfang des Untersuchungsgebietes wie auch der Fragestellung ist der vorliegende Bericht als vorläufige Mitteilung zu werten, der erst nach Abschluß weiterer eingehender Untersuchungen eine Gesamtdarstellung folgen soll. Die Grundlage der hier bearbeiteten Untersuchungen bildeten über 200 Algenproben, die in der Zeit von Juni bis Dezember 1939 im Seewinkel aufgesammelt worden waren.

Der Akademie der Wissenschaften in Wien sei an dieser Stelle für ihre Förderung dieser Arbeit mein besonderer Dank ausgesprochen.

Die untersuchten Gewässertypen (Salzlachen, Gräben, Quellen und Ziehbrunnen) des Seewinkels weisen einen durchaus eigenartigen Chemismus auf, der in ähnlicher Weise in der ungarischen Tiefebene zu finden ist. Der hohe Gehalt des Wassers an Chloriden, Sulfaten, Hydrokarbonaten, Karbonaten und Natrium bestimmt die Zusammensetzung der tierischen und pflanzlichen Lebensgemeinschaften, deren Untersuchung Gegenstand zahlreicher Arbeiten zoologischer, botanischer wie auch chemisch-bakteriologischer Natur war. (So insbesondere bei Hoffmann, 1925, 1926; Varga, 1931, 1932; Bojko, 1932, 1934; Wenzl, 1934; Machura, 1935; Franz-Hoefler-Scherf, 1937; Pesta, 1937; Stundl, 1938; Repp, 1939.) Lediglich die Mikro-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

flora dieses Gebietes erfuhr bislang nicht jene Berücksichtigung, die ihr gebühren würde. Da eine Erfassung der gesamten Algenflora schwierig und bei der vorliegenden ökologischen Fragestellung nicht unbedingt nötig war, wurden lediglich die Diatomeen als jene Algengruppe berücksichtigt, deren Ökologie derzeit relativ am besten bekannt ist. Einige grundlegende Arbeiten über die Diatomeenflora des Neusiedler Sees (Grunow, 1860, 1862; Pantocsek, 1912), die von rein systematischen Gesichtspunkten aus entstanden, waren, wiewohl bereits veraltet, doch wichtige Hilfsmittel bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchungen.

Die folgende Darstellung beschränkt sich auf den Chemismus des Untersuchungsgebietes und ökologische Angaben über eine kleine, ausgewählte Anzahl von Diatomeen, die zu den Charakterarten des Gebietes zählen. Die eingehende Behandlung der gesamten Diatomeenflora unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Lebensgemeinschaften soll der Gegenstand der später folgenden Gesamtdarstellung werden.

I. Ergebnisse der chemischen Wasseruntersuchung.

Die chemische Analyse des Untersuchungswassers beschränkte sich auf die Ermittlung der aktuellen Reaktion, der Alkalinität, der Gesamthärte (Karbonat-, Ca- und Mg-Härte) sowie des Gehaltes an Chlorid-, Sulfat-, Hydrokarbonat-, Karbonat-, Natrium-, Kalium-, Calcium- und Magnesium-Ionen. Da Nitrate und Nitrite anläßlich der orientierenden Analysen nur in ganz geringen Mengen nachgewiesen werden konnten, wurde von einer genauen Bestimmung in jedem einzelnen Falle abgesehen. Die Bestimmung des Gehaltes an K-Ionen beschränkte sich gleichfalls auf wenige Proben, da den gefundenen Mengen kaum eine ökologische Bedeutung zukommt. Da der Natriumgehalt des Wassers in der Limnologie von geringerer Bedeutung zu sein scheint und anderseits die üblichen Bestimmungsmethoden mit zahlreichen Versuchsfehlern behaftet sind, wurde von der analysenmäßigen Erfassung des Natriums abgesehen und dieses aus der Differenz zwischen Anionen- und Kationensumme errechnet. Bei der geringen Tiefe der einzelnen Lachen erübrigte sich auch die sonst in der Limnologie recht wichtige Sauerstoffbestimmung.

Methodik der Bestimmungen:

Alkalinität nach Lunge (1885).
Gesamthärte nach Blacher-Winkler (1921).
Calciumhärte nach Winkler (1921).

Chloride nach Mohr-Winkler-Tillmans (1915).
Sulfate nach Winkler-Kuhlmann-Großfeld (1923).
Karbonate nach Winkler (1914).
Kalium nach Winkler (1916).

Errechnet: Natrium, Magnesium, Hydrokarbonate.

Die p_H-Bestimmung erfolgte im schwächer alkalischen Bereich bis p_H 8·5 auf elektrometrischem Wege mit Hilfe eines Kompensations-Potentiometers (Ionometers) von Lautenschläger, im stärker alkalischen Bereich mittels des Hellige-Komparators unter Verwendung der Indikatoren Kresolrot, Thymolblau und Phenolphthalein. Für orientierende p_H-Bestimmungen im Gelände erwies sich Universalindikator-Papier (Merck) als gut geeignet.

Während die übliche ionistische Ausdrucksweise der Analysenergebnisse die Literwerte der einzelnen Ionen in Gramm, bzw. Milligramm angibt, ist für limnologische Zwecke die äquivalentprozentische Ausdrucksweise vorzuziehen, da sie die relativen Mengen der gelösten Stoffe als für den Biologen in erster Linie in Frage kommende Werte angibt. Während die absoluten Größen der Ionenkonzentration infolge atmosphärischer Niederschläge, Trockenperioden usw. Schwankungen unterliegen, bleiben die relativen Mengen der gelösten Stoffe unverändert. Wenn in den folgenden Tabellen beide Ausdrucksweisen Verwendung fanden, so geschah dies, um die maximalen Chlorid- und Sulfatmengen der während des Sommers mitunter fast wasserlosen Salzlachen als begrenzenden Faktor in *g/l* auszudrücken.

Über eine graphische Darstellung der äquivalentprozentischen Anteile der einzelnen Ionenarten wird im nächsten Abschnitt berichtet.

Wasserstoffionenkonzentration.

Die untersuchten Standorte weisen mit p_H-Werten von 9·6 bis 7·4 ausgeprägt alkalischen Charakter aus. Es geht jedoch nicht an, aus den angegebenen p_H-Werten, die letzten Endes doch nur Summenwerte darstellen, direkte Schlüsse auf den Gesamtsalzgehalt ziehen zu wollen. Die Zusammensetzung der einzelnen Lebensgemeinschaften des Süßwassers scheint nach den bisherigen Untersuchungen im wesentlichen von den relativen Konzentrationsverhältnissen der einzelnen Ionen abzuhängen. Die gegenseitige Kompensierung einzelner Ionenarten, denen als Milieufaktoren besondere Bedeutung zukommt, macht bei ökologischen Untersuchungen vollständige Analysenergebnisse erforderlich. Keinesfalls genügt der allerdings bequem zu ermittelnde p_H-Wert zur hydrochemischen Kennzeichnung eines Gewässers.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hustedt (1938), dem als Grundlage seiner ökologischen Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra vorwiegend nur Angaben über p_H-Wert, Alkalinität (bzw. Azidität) und Temperatur zur Verfügung standen, stellte an Hand seiner Fundlisten ein System auf, das die Verteilung der Diatomeen innerhalb einzelner p_H-Bereiche zum Gegenstand hat. Er unterschied hiebei folgende Gruppen von Diatomeen:

Alkalibionte. Lebensbereich über p_H 7.

Alkaliphile. Vorkommen um p_H 7 mit vorwiegender Verbreitung bei p_H über 7.

Indifferente. Gleichmäßige Verbreitung um p_H 7.

Acidophile. Vorkommen um p_H 7 mit vorwiegender Verbreitung unter p_H 7.

Acidobionte. Lebensbezirk im p_H-Bereich unter 7, optimales Vorkommen etwa bei p_H 5·5 und tiefer.

Den Schluß seiner Betrachtungen über den Einfluß des p_H-Wertes bilden folgende Feststellungen: „... Die Übersicht zeigt die große Abhängigkeit der Diatomeenflora vom p_H-Faktor und die Möglichkeit einer verhältnismäßig scharfen Gruppierung auf Grund des p_H. Die weit überwiegende Mehrzahl der Süßwasserdiatomeen ist von alkalibiontem bis alkaliphilem Charakter, während die acidophilen bis acidibionten Formen eine nur geringe Zahl umfassen, ebenso erweist sich die Zahl der indifferenten Formen als ziemlich gering." Bei Anerkennung des zweiten Satzes müssen gegen eine Gruppierung auf Grund des p_H-Wertes doch Einwände erhoben werden. Hustedt ist sich der Schwierigkeiten seines Systems wohl bewußt, denn er verweist darauf, daß bei Gewässern „mit besonders abweichendem Chemismus" der p_H-Wert weniger von ausschlaggebender Bedeutung sei als die ihn bedingenden Faktoren. Im Gegensatz zu Hustedt möchte Verfasser diesen Satz an die Spitze jeder Untersuchung der Beziehungen zwischen p_H und Diatomeenflora stellen, und zwar ohne die Einschränkung des biologisch wohl schwer definierbaren „abweichenden Chemismus", dessen Erkennung doch letzten Endes wieder die Notwendigkeit der genauen chemischen Untersuchung jedes einzelnen Standorts vor Augen führt.

Eine weitere Einschränkung des Anwendungsbereiches dieser Gruppierung nach optimalen p_H-Stufen ergibt sich aus dem Umstand, daß nur ein kleiner Teil der Diatomeen als stenoion betrachtet werden kann (Legler, 1939), die weitaus größte Mehrzahl jedoch als euryion bezeichnet werden muß, da sie auf p_H-

Schwankungen des Milieus nicht merkbar reagiert. Hiezu ein Beispiel:

Von den im Salzlachengebiet häufigen Charakterarten des Neusiedler Sees seien *Anomoeoneis sphaerophora* (Kütz) Pfitzer, *Anomoeoneis sculpta* (Ehrbg.) und *Anomoeoneis polygramma* (Ehrbg.) genannt. Bei alleiniger Berücksichtigung des p_H-Wertes könnte der Eindruck entstehen, daß diese Formen als alkalibiont im Sinne Hustedts zu bezeichnen seien. Alle drei Formen gehören jedoch auch zu den Charakterarten der Soos bei Franzensbad, eines Mineralmoores, dessen flache Wannen bei hohem Chlorid- und Sulfatgehalt (bis 864 *mg/l* Cl' und 2700 *mg/l* SO_4'') sauere Reaktion bis p_H 5·8 aufweisen.

Alkalinität.

Die Alkalinität eines Gewässers wird durch die Anzahl der zur Neutralisation von 1 *l* Wasser verbrauchten Kubikzentimeter Normalsäure bei Verwendung eines Indikators ausgedrückt. Sie ist als Ausdruck des Gleichgewichts der HCO_3'-Ionen und CO_3''-Ionen mit dem OH'-Ion zu bewerten und wird durch verschiedene Faktoren bedingt. Der Alkalinitätswert ist eine wertvolle Berechnungsgrundlage: Durch Multiplikation der *cm³/l n*/10 Säure mit den Faktoren

3·0 erhält man	das Karbonat-Ion in *mg/l*,
2·2	die gebundene Kohlensäure als *mg/l*,
4·4	die Bikarbonatkohlensäure als *mg/l*,
6·1	das Hydrokarbonat-Ion in *mg/l*.

Da jedoch stets einige dieser Bestandteile nebeneinander vorkommen, bildet diese Berechnungsgrundlage eine gute Kontrollmöglichkeit der auf maßanalytischem Wege ermittelten *mg/l*-Werte der einzelnen Faktoren.

Während normalerweise die Karbonatverbindungen zu den Kalk- und Magnesiumsalzen als eigentlichen Härtebildnern in Beziehung stehen, zeigt das Analysenergebnis der Gewässertypen des Seewinkels, daß die in Millival ausgedrückte Hydrokarbonatkonzentration an allen Standorten größer ist als die in der gleichen Maßgröße ausgedrückte Summe der Calcium- und Magnesiumkonzentration. Das gleiche Verhältnis finden wir in allen Wässern, deren Eindampfrückstand in größeren Mengen leichtlösliche Karbonate (Soda, Pottasche) enthält. Es kann demnach der Wert der Alkalinität trotz seiner Wichtigkeit für das Gesamtbild der Analyse keineswegs als einzelner Faktor für sich allein zur ökologischen Kennzeichnung herangezogen werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hustedt (1939) stellte auch auf Grund der Alkalinität ohne weitere Berücksichtigung des Calcium- und Magnesium-, bzw. HCO_3-Gehaltes der einzelnen Standorte ein System auf, innerhalb dessen er kalziphobe, kalziphile und kalzibionte Formengruppen unterschied. Die optimale Entwicklung der kalziphoben Formen läge demnach bei einer Alkalinität unter 0·8, jene der Kalzibionten bei einer Alkalinität von 3 und mehr. Den Zwischenbereich nehmen nach Hustedt die kalziphilen Diatomeen ein. Als eine solche kalziphile Form führt Hustedt u. a. auch *Cyclotella Meneghiniana* an, eine Art, die im Seewinkel weit verbreitet ist und auch an Standorten mit einer Alkalinität von 11 bis 16 sehr häufig anzutreffen ist. Die Folgerungen, die Hustedt aus der obigen Gliederung zieht, beziehen sich augenscheinlich weniger auf die Alkalinität als auf den Kalkgehalt.

Hydrokarbonat- und Karbonat-Ionen. Karbonathärte, Gesamthärte. Calcium- und Magnesiumgehalt.

Die Bestimmung der freien Kohlensäure konnte wegfallen, da bereits die orientierenden Voranalysen überall im Untersuchungsgebiet das Vorhandensein von CO_3''-Ionen ergaben, eine Tatsache, die an sich ein Vorhandensein freier Kohlensäure ausschließt. Die maßanalytische Bestimmung der CO_3''-Ionen erfolgte nach Winkler (1914) und diente im Verein mit der Titrationsalkalinität als Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der HCO_3-Ionen.

Die engen Wechselbeziehungen der oben erwähnten Faktoren im Gewässerhaushalt lassen eine gemeinsame Behandlung vorteilhaft erscheinen.

Die Härte des Wassers ist das Maß des $Ca^{••}$-$Mg^{••}$-Gehaltes, ihrer Einheit, dem deutschen Härtegrad, entsprechen 7·143 *mg/l* $Ca^{••}$, bzw. 4·35 *mg/l* $Mg^{••}$. Die Salzlachen des Seewinkels sind zumeist als mittelhart (10—20 D. G.) zu bezeichnen. Einige abweichende Werte sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Gesamthärte in D. G.:	Juni	Juli	November	Dezember
Krötenlacke (Probe 10*a*)	21·59	—	34·96	—
Krautingsee	—	66·76	18·53	—
Runde Lacke	—	21·71	16·95	15·36
Unterer Stinker..	—	—	13·24	12·43
Silberlacke	—	70·98	32·03	—
Ziehbrunnen *B*	—	—	—	37·60

Die vorliegende Übersicht läßt deutlich erkennen, daß die Härte im Sommer, zur Zeit der größten Einengung des Standort-

wassers, ihren höchsten Wert erreicht. Da der Chemismus der einzelnen Standorte zu gleichen Zeiten an verschiedenen Stellen große Unterschiede aufweisen kann, ist darauf zu achten, daß das Untersuchungswasser stets an der gleichen Stelle entnommen wird. Die regelwidrigen Werte bei der Untersuchung der Krötenlacke sind darauf zurückzuführen, daß die beiden Wasserproben verschiedenen Stellen entstammen und eben diese Lacke infolge ihres verschiedenartigen Untergrundes einen durchaus uneinheitlichen Chemismus aufweist. Eine Durchmischung der Wasserschichten unter der Einwirkung des Windes ist nicht anzunehmen, da keine freie Wasserfläche vorhanden ist. Die Winterprobe aus dem Ziehbrunnen *B* zeigt, daß die Härte des Grundwassers im Winter die der Lacken im allgemeinen zu übertreffen scheint.

Erfahrungsgemäß sind Calcium- und Magnesium-Ionen einerseits und Karbonat-, bzw. Hydrokarbonat-Ionen anderseits meist nicht in äquivalenten Mengen vorhanden. Überwiegen die Calcium- und Magnesium-Ionen, so geht daraus hervor, daß diese zum Teil auch an andere Anionen gebunden sind. In diesem Falle bezeichnet man den den Karbonat- und Hydrokarbonat-Ionen äquivalenten Gehalt an Calcium und Magnesium als Karbonathärte, die Differenz zwischen Gesamthärte und dieser als Resthärte.

Im Salzlachengebiet am Neusiedler See kommt jedoch der weit seltenere umgekehrte Fall vor, daß das Wasser viel Alkalien enthält und somit die „Karbonathärte" die Gesamthärte übersteigt. Da die Karbonathärte aus der Alkalinität berechnet werden kann, läßt sich leicht feststellen, in welchen der untersuchten Gewässer dieser zweite Fall vorliegt.

	Ges.-Härte	Karb. Härte	Nachweis:
Krötenlacke (15. VI.)	21·59	46·48	Soda
Zicksee (13. XII.) ...	11·11	32·20	Soda
Runde Lacke (13. XII.)	15·36	75·88	Soda
Unterer Stinker (29. XI.)	13·24	61·88	Soda
Oberer Stinker (13. XII.)	13·24	64·40	Soda
Ziehbrunnen *A*	9·90	54·32	Soda
Ziehbrunnen *B*	37·60	43·96	Soda
Quelle *E*	17·60	17·36	$MgCl_2$, $MgSO^4$
Quelle *F*	30·46	106·96	Soda

Die Übersicht veranschaulicht deutlich den hohen Gehalt an Alkalien, die in der Form von Soda vorliegen. Als weitaus am stärksten sodahaltig erwiesen sich Runde Lacke, Unterer und Oberer Stinker sowie in ganz besonderem Maße die Quelle *F*.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diese, eine ganz unscheinbare Bodenquelle, befindet sich bei höherem Wasserstand innerhalb des Zicksees in der Nähe des Kanals Kirchensee—Zicksee. Erst beim allsommerlichen Austrocknen des Zicksees wird ihre Natur erkennbar. Die Umgebung des Quellenaustrittes wies einen dichten dunkelbraunen Diatomeenbelag des grauen Zickbodens auf.

Chloride und Sulfate.

Chloride und Sulfate bewirken in erster Linie den Brackwasserzustand eines Gewässers. Sie sind auch jene Ionen, die als einzelne Faktoren in ihren Wirkungen gegen die übrigen Stoffe am leichtesten abgrenzbar sind. Während die Wechselbeziehungen zwischen Chloriden, vor allem Natriumchlorid, und Pflanzenwelt bereits Gegenstand zahlreicher Arbeiten waren (Literatur bei Stocker, 1928, und Repp, 1939), ist der Einfluß der Sulfate noch nicht restlos geklärt. Dies gilt in besonderem Maße für die in der vorliegenden Arbeit als Vertreter der Mikroflora zur Untersuchung herangezogenen Diatomeen.

Die erste Arbeit, die sich eingehender mit der Frage des Einflusses des Salzgehaltes auf die Zusammensetzung der Diatomeenflora und der Möglichkeit der Beeinflussung der Schalenform durch die Konzentration des Mediums befaßte, waren die Untersuchungen Hustedts (1925) über „Bacillariales aus den Salzgewässern von Oldesloe", in denen auch erstmalig die Unterschiede der Diatomeenflora an Stellen verschiedener Salzkonzentration festgehalten wurden. Gleichzeitig verwies Hustedt auf die auffallende Variation der Schalenform im Untersuchungsgebiet, die er den verschiedenen Konzentrationsgraden des NaCl zuschrieb. Er hob erstmalig die seither oft bewiesene Grundtendenz hervor, daß die Abnahme der Konzentration eine Verkürzung der Apikalachse zur Folge habe, die außerdem häufig mit einer besonderen Abschnürung der Pole verbunden sei. Kolbe (1927) stellte in Fortführung dieser Gedankengänge fest, daß ein derartiger Formenkreis bei *Caloneis* gegeben sei. Die beiden Endglieder dieser Reihe, die im Süßwasser weitverbreitete *Caloneis amphisbaena*, und die var. *aequata* der gleichen Art von einem Standort mit 9000 *mg/l* NaCl, waren im Sperenberger Salzgebiet lückenlos verbunden und gestatteten auf Grund der Schalenform den direkten Schluß auf die NaCl-Konzentration des Standortes.

Unter diesen Gesichtspunkten schienen umfassende Änderungen der derzeitigen Diatomeensystematik notwendig zu

sein. Allein die genauere Überprüfung einer weiteren derartigen Formenreihe *(Anomeoneis sphaerophora—sculpta—polygramma)* ergab, daß es sich bei *Anomoenoeis sphaerophora* wie auch *A. sculpta* um gute, nicht nur systematisch, sondern auch ökologisch und zellphysiologisch (Hoefler-Legler, 1940) unterschiedliche Arten handle.

Kolbe (1927) schuf durch sein Halobiensystem die Möglichkeit einer genauen Trennung der einzelnen Formen bezüglich ihres Verhaltens gegenüber dem Salzgehalt des Mediums. Er unterschied zwischen

Euhalobien (Lebensraum Gewässer mit 30—40‰ Totalsalzgehalt, entspricht 17—20‰ NaCl),
Mesohalobien (Lebensraum Gewässer mit etwa 5—20‰ Totalsalzgehalt, entspricht 2—15‰ NaCl) und
Oligohalobien (Gewässer geringeren Salzgehaltes).

Die letztere Gruppe teilte er in halophile Formen, die in leicht brackischen Gewässern ihr Vegetationsoptimum besitzen, indifferente Formen und schließlich halophobe Formen, die extrem stenohalin und salzfeindlich sind.

In seiner ersten diesbezüglichen Arbeit (1927) spricht Kolbe von Salzgehalt, meint damit aber augenscheinlich NaCl. In einer späteren Arbeit (1932) setzt er die Wirkung des $MgCl_2$ jener des NaCl gleich, bezieht aber das ganze System auf den Totalsalzgehalt. Wenn Kolbe in seinem System einen Totalsalzgehalt von 5 bis 20‰ einem NaCl-Gehalt von 2 bis 15‰ gleichsetzt, so mag dies wohl beim Sperenberger Salzgebiet zutreffen, besitzt aber keineswegs Allgemeingültigkeit. So beträgt im Untersuchungsgebiet am Neusiedler See beispielsweise die Cl'-Konzentration in der Phragmiteslacke 47 *mg/l* bei 785 *mg/l* Totalsalzgehalt, in der Silberlacke hingegen 3760 *mg/l* bei 5518 *mg/l*. Solange wir über die Wirkungsweise der einzelnen Ionen nicht orientiert sind, ist es nicht angezeigt, die Wirkung des Totalsalzgehaltes, also einer Summe von Stoffen, die nicht nur jeder für sich spezifisch wirksam sind, sondern die sich auch gegenseitig in ihrer Wirksamkeit beeinflussen, als Kriterium einer ökologischen Charakteristik anzusehen.

Es wäre wünschenswert, wenn in Hinkunft die Konzentration des Chloridions ohne Rücksicht auf die Bindung an verschiedene Kationen zur Grundlage des Halobiensystems gemacht werden würde.

Die Brauchbarkeit des Halobiensystems wird dadurch eingeengt, daß nur wenige Formen als stenohalin anzusehen sind,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die große Mehrzahl der Diatomeen hingegen als euryhalin gelten muß. Wenngleich Vertreter der letzteren Gruppe auch die deutliche Bevorzugung einer bestimmten NaCl-Konzentration erkennen lassen, können sie doch ohne sichtliche Schädigung höhere wie auch niedere Konzentrationsgrade ertragen. Eine kleine Gruppe von Formen ist derart extrem euryhalin und salztolerant (so z. B. *Nitzschia frustulum*, *fonticola*, *Kützingiana* u. a. m.), daß eine Untersuchung ihrer Salzansprüche gegenstandslos ist. (Legler und Kraßke, 1940.)

Ein Teilergebnis der vorliegenden Untersuchungen scheint die Tatsache zu sein, daß typische Vergesellschaftungen halophiler und mesohalober Formen auch an NaCl-armen Standorten gefunden werden können, wenn ein anderes Salz in außergewöhnlichen Mengen vorhanden ist. Die Untersuchung dieser Frage erfordert allerdings ein umfangreiches Vergleichsmaterial von zahlreichen chemisch eindeutig definierten Standorten. Hustedt (1938) fand auf den Sundainseln die salzliebende *Cymbella pusilla* auch in reinem Karbonatwasser und sprach die Vermutung aus, daß die Wirkung des NaCl in diesem Falle durch die eines anderen Salzes (HCO_3', bzw. CO_3'') ersetzt worden sei. Eine Überprüfung dieser Frage ergab bei *Cymbella pusilla* aus dem Untersuchungsgebiet am Neusiedler See dieser Ansicht widersprechende Ergebnisse: Wiewohl alle Vergleichswerte auf den gleichen Lebensraum (den Bodenbelag bei einer Wassertiefe bis zu 20 *cm*) beschränken, wurde aus zahlreichen untersuchten Proben klar ersichtlich, daß bei einem Gehalt bis zu 2500 *mg/l* HCO_3' und 1250 (!) *mg/l* CO_3'', die zumeist an Natrium, Calcium und Magnesium gebunden waren, keine *Cymbella pusilla* auftrat. Hingegen war diese Art überall an Standorten mit 100 bis 200 *mg* Chloriden recht häufig; durch Chloridmengen über 500 *mg/l* wurde ihre Entwicklung sichtlich gehemmt.

In der späteren umfangreicheren Behandlung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse soll versucht werden, für einzelne Arten Optimum und Maximum der Chloridkonzentration im Gebiet unter Berücksichtigung des Gesamtchemismus graphisch festzulegen.

Freilandbeobachtungen ergeben, daß die Wirkung der gelösten Sulfate jener der Chloride anscheinend gleich zu setzen ist. Wesentlich verschieden scheint aber die Wirkungsintensität zu sein, die bei den Sulfaten nur einen Bruchteil jener der Chloride beträgt. Schroeder (1939) nahm das Wirksamkeitsverhältnis

Tabelle 1.

Salzgehalt der untersuchten Standorte in *Millival/kg* (ohne $Na^{\cdot}$ und $K^{\cdot}$)	1939	Kationen		Anionen			
		$^1/_2 Ca^{\cdot\cdot}$	$^1/_2 Mg^{\cdot\cdot}$	Cl'	$^1/_2 SO_4''$	HCO_3'	$^1/_2 CO_3''$
1. Krötenlacke I	15. VI.	n. b.	n. b.	1·52	2·98	7·19	0·07
2. Krötenlacke II . .	15. VI.	n. b.	n. b.	3·68	3·87	12·74	1·02
3. Krötenlacke III	15. VI.	3·54	8·94	2·80	4·79	11·39	0·30
4. Krötenlacke IV	29. XI.	1·99	5·71	2·89	2·85	14·47	1·84
5. Phragmiteslacke	31. VII.	4·27	1·59	1·32	1·79	10·66	0·04
6. Ziehbrunnen *A*	13. XII.	1·75	1·78	1·20	3·19	14·56	0·48
7. Ziehbrunnen *B*	13. XII.	3·97	9·45	0·98	10·89	15·35	0·34
8. Unterer Stinker	29. XI.	2·04	2·68	5·48	6·19	19·17	2·92
9. Unterer Stinker	13. XII.	2·15	2·28	2·80	2·69	13·34	0·35
10. Oberer Stinker	15. VI.	1·40	1·62	5·19	4·29	24·06	7·74
11. Oberer Stinker	13. XII.	2·34	2·38	3·80	14·38	21·61	1·37
12. Salzlacke *C*	13. XII.	1·92	8·37	7·60	15·88	18·52	1·27
13. Silberlacke	31. VII.	3·71	21·63	105·91	17·88	12·31	4·92
14. Silberlacke	13. XII.	1·92	9·51	8·49	23·77	18·36	4·01
15. Runde Lacke	31. VII.	5·07	2·67	18·11	13·08	40·99	41·80
16. Runde Lacke	31. XII.	1·98	3·50	5·60	5·09	22·19	4·99
17. Salzlacke *D*	29. XI.	2·05	3·99	10·00	12·78	22·78	3·91
18. Zicksee	13. XII.	2·07	1·89	8·00	7·79	6·70	0·47
19. Krautingsee	31. VII.	1·53	21·48	128·45	21·58	13·55	0·84
20. Krautingsee	13. XII.	1·90	4·71	6·60	11·42	14·38	0·80
21. Kirchensee	29. XI.	1·90	1·89	10·78	11·79	11·18	0·40
22. Kirchenseekanal .	13. XII.	1·34	2·33	7·77	17·08	8·86	0·13
23. Oberer Schrändel	13. XII.	1·31	2·18	6·09	17·18	12·79	0·40
24. Quelle *E*	6. VII.	n. b.	n. b.	0·64	1·81	7·15	Sp.
25. Quelle *F*	29. XI.	n. b.	n. b.	1·80	19·94	8·37	8·38
26. Quelle *G*. .	13. XII.	1·78	3·03	6·40	11·32	12·69	1·63

mit 1 : 10 an, doch scheint ein Verhältnis von 1 4 bis 5 den Tatsachen näher zu kommen.

Auf die antagonistische und zellphysiologische Wirkung der Sulfate soll anderorts eingegangen werden.

Auch die Behandlung hier nicht berücksichtigter chemischer Faktoren, so vor allem des N+P-Standards und der gelösten Luftgase, bleibt der späteren umfassenderen Darstellung der Untersuchungsergebnisse vorbehalten.

Vergleichende Übersicht über den Chemismus der einzelnen Standorte.

Die Tabellen 1 und 2 enthalten die Analysenergebnisse der untersuchten Gewässer in *g*/100, bzw. *Millival/kg*. Die Unüber-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta-

Bezeichnung	Datum (1939)	pH	Alkalinität	Härte (D. G.)		
				Calcium	Magnesium	Gesamthärte
1. Krötenlacke I	15. VI.	7·3	8·9	n. b.	n. b.	21·61
2. Krötenlacke II . .	15. VI.	8·0	13·8	n. b.	n. b.	21·87
3. Krötenlacke III .	15. VI.	8·1	16·6	5·59	16·00	21·59
4. Krötenlacke IV ...	29. XI.	8·3	11·7	9·93	25·03	34·96
5. Phragmiteslacke .	31. VII.	8·7	9·1	11·96	4·46	16·42
6. Ziehbrunnen *A* .	13. XII.	8·3	19·4	4·91	4·99	9·90
7. Ziehbrunnen *B* .	13. XII.	8·0	15·7	11·13	26·47	37·60
8. Unterer Stinker .	29. XI.	8·9	22·1	5·73	7·51	13·24
9. Unterer Stinker	13. XII.	7·8	13·7	6·04	6·39	12·43
10. Oberer Stinker .	15. VI.	?	31·8	3·93	4·53	8·46
11. Oberer Stinker	13. XII.	8·3	23·0	6·55	6·69	13·24
12. Salzlacke *C*	13. XII.	8·4	19·8	5·40	23·46	28·86
13. Silberlacke .	31. VII.	9·0	15·5	10·41	60·57	70·98
14. Silberlacke	13. XII.	8·1	22·4	5·40	26·63	32·03
15. Runde Lacke ..	31. VII.	9·4	82·2	14·22	7·49	21·71
16. Runde Lacke .	13. XII.	8·6	27·1	5·56	9·80	15·36
17. Salzlacke *D* ..	29. XI.	8·8	26·7	5·75	11·20	16·95
18. Zicksee .	13. XII.	8·0	11·5	5·81	5·30	11·11
19. Krautingsee	31. VII.	9·6	14·4	4·31	62·45	66·76
20. Krautingsee .	13. XII.	8·3	15·2	5·32	13·21	18·53
21. Kirchensee	29. XI.	8·6	11·6	5·32	5·53	10·85
22. Kirchenseekanal	13. XII.	8·4	9·0	3·76	6·54	10·30
23. Oberer Schrändel ..	13. XII.	8·2	13·2	3·68	6·12	9·80
24. Quelle *E* .	6. VII.	7·3	6·2	n. b.	n. b.	17·60
25. Quelle *F*	29. XI.	9·2	38·2	n. b.	n. b.	30·46
26. Quelle *G*..... .	13. XII.	8·3	14·4	4·99	8·51	13·50

sichtlichkeit dieser tabellarischen Darstellung der Analysenergebnisse gab bereits mehrfach den Anstoß zu Versuchen, eine klare und übersichtliche graphische Darstellung der Ionenkonzentrationen zu finden. Als einen durchaus gelungenen derartigen Versuch kann man die von Telkessy und Maucha (1932) stammende graphische Darstellung bezeichnen, die sich besonders für ökologische Untersuchung ganz hervorragend eignet, da ein einziger Blick den chemischen Charakter des untersuchten Standorts erkennen läßt. Lediglich die Konstruktion erweist sich als etwas zeitraubend.

Das Wesen dieser Darstellungsweise besteht darin, daß zunächst ein Polygon (Sechzehneck) mit einem Flächeninhalt von genau 200 mm^2 konstruiert wird. Die Länge des Halbmessers

belle 2.

In 100 *g* Untersuchungswasser sind enthalten *g*					
Calcium	Magnesium	Chloride	Sulfate	Hydrokarb.	Karbon.
n. b.	n. b.	0·00541	0·01432	0·04386	0·00022
n. b.	n. b.	0·01309	0·01861	0·07775	0·00306
0·00399	0·00696	0·01026	0·01372	0·08997	0·00554
0·00709	0·01088	0·00994	0·02304	0·06954	0·00091
0·00854	0·00194	0·00470	0·00864	0·06504	0·00012
0·00350	0·00217	0·00426	0·01536	0·08887	0·00145
0·00795	0·01151	0·00350	0·05232	0·09369	0·00103
0·00409	0·00326	0·01704	0·02976	0·11696	0·00878
0·00431	0·00278	0·00994	0·01296	0·08143	0·00106
0·00280	0·00197	0·01843	0·02064	0·14679	0·02324
0·00467	0·00291	0·01349	0·06912	0·13194	0·00411
0·00385	0·01020	0·02698	0·07632	0·11303	0·00381
0·00743	0·02635	0·37600	0·08592	0·07513	0·01477
0·00385	0·01158	0·03017	0·11424	0·11217	0·01204
0·01015	0·00325	0·06430	0·06288	0·25010	0·12540
0·00397	0·00426	0·01988	0·02448	0·13542	0·01497
0·00410	0·00486	0·03550	0·06144	0·13901	0·01175
0·00415	0·00230	0·02840	0·03744	0·04093	0·00143
0·00307	0·02617	0·45600	0·10368	0·08271	0·00253
0·00380	0·00574	0·02343	0·05488	0·08777	0·00245
0·00380	0·00230	0·03827	0·05664	0·06825	0·00122
0·00268	0·00284	0·02769	0·08208	0·05410	0·00041
0·00262	0·00266	0·02165	0·08256	0·07808	0·00125
n. b.	n. b.	0·00230	0·00870	0·04367	Sp.
n. b.	n. b.	0·06390	0·09600	0·05111	0·02515
0·00356	0·00370	0·02272	0·05440	0·07748	0·00491

dieses Sechzehnecks ist 8·082 *mm* $\left(R = \sqrt{\frac{25}{\sin 22{\cdot}5°}}\right)$. Die linke Hälfte bleibt den Äquivalentsummen der Anionen, die rechte jenen der Kationen vorbehalten. Da für die chemische Zusammensetzung des Wassers in der Regel nur die HCO_3'-, CO_3''-, SO_4''-, Cl'- sowie $K^{\cdot}$-, $Na^{\cdot}$-, $Ca^{\cdot\cdot}$- und $Mg^{\cdot\cdot}$-Ionen kennzeichnend sind, teilten Telkessy und Maucha dieses Sechzehneck in 8 gleiche Ionenfelder. (Siehe Fig. 1.) Man berechnet nun für jede einzelne Ionenart die Länge der auf der Halbierungslinie der Ionenfelder aufzutragenden Geraden und verbindet den so erhaltenen Punkt mit den benachbarten Ecken des Polygons. Der gesamte Flächeninhalt der so entstandenen beiden kongruenten Dreiecke umfaßt genau so viel Quadratmillimeter als die relative Konzentration

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der betreffenden Ionenart in Äquivalentprozenten beträgt. Die Berechnung erfolgt nach der Gleichung a (Äquivalentprozent) = $x.8{\cdot}082$ sin $22{\cdot}5$.

Durch die bildliche Darstellung der äquivalentprozentischen Anteile der einzelnen Ionen durch die entsprechende Fläche im betreffenden Ionenfeld werden Unterschiede klar, die aus den Analysenergebnissen in Milligrammen wesentlich schwerer zu ersehen sind.

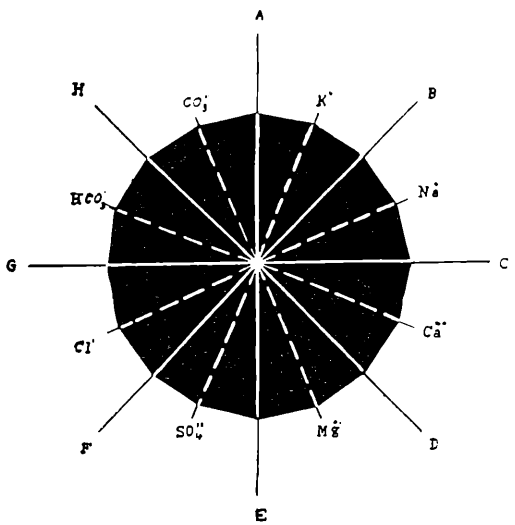

Fig. 1.

Die nun folgenden graphischen Darstellungen sollen die wichtigsten chemischen Gewässertypen des Untersuchungsgebietes vor Augen führen. Aus konstruktionstechnischen Gründen wurden Polygone von 800 mm^2 Fläche verwendet, die eine größere Genauigkeit der Darstellung gewährleisten.

Wiewohl im ganzen Gebiet keine zwei Gewässer gleicher chemischer Zusammensetzung zu finden sind, lassen sich doch einige Grundtypen deutlich unterscheiden:

I. Gewässer unter 300 mg/l Cl' plus SO_4''. Von den Anionen überwiegen weitaus die Hydrokarbonate, von den Kationen Na und in geringeren Mengen Ca und Mg. Der geringe Salzgehalt ermöglicht das Fortkommen einer breiten Verlandungszone. Neben der Phragmites- und Krötenlacke

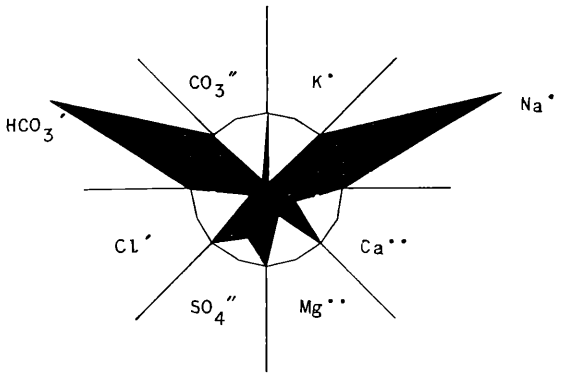

Fig. 2. Ziehbrunnen *A*.

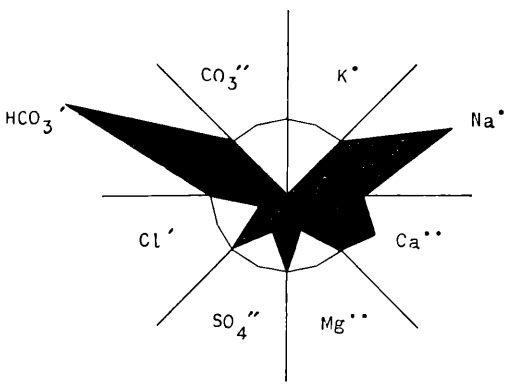

Fig. 3. Phragmiteslacke.

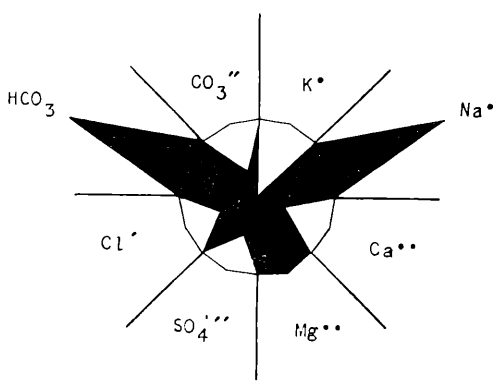

Fig. 4. Krötenlacke.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

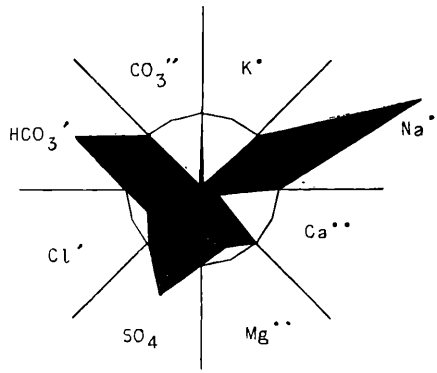

Fig. 5. Salzlacke *C*.

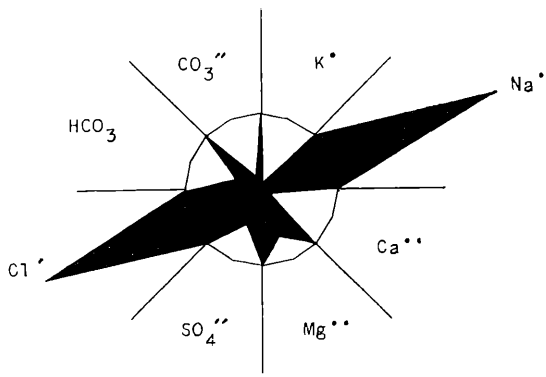

Fig. 6. Silberlacke.

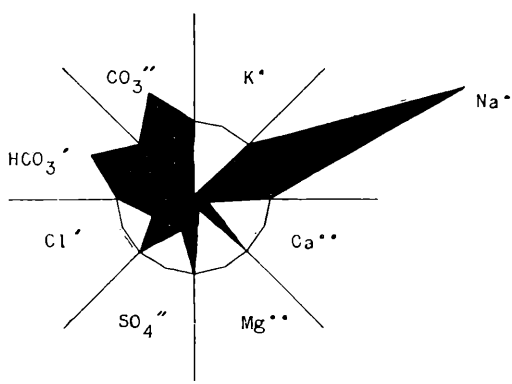

Fig. 7. Runde Lacke.

gehören diesem Typus die meisten Ziehbrunnen und Gräben des Gebiets an. Die ebenso arten- wie auch individuenreiche Diatomeenflora besteht zumeist aus Oligohalobien, unter denen halophile Elemente überwiegen.

II. Gewässer bis zu 300 *mg/l* Cl′ und 800 *mg/l* SO_4''. Von Anionen überwiegen wiederum weitaus die Hydrokarbonate, Karbonate sind in Mengen unter 100 *mg/l* vorhanden. Von den Kationen erreicht das Na gegen 80% des gesamten Kationenanteils. Vertreter dieses Typus stellen die Salzlache *C* sowie der Untere Stinker dar. Einen wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung der Diatomeenflora stellen bereits die Mesohalobien. Eine große Zahl der an den Standorten der Gruppe I vorkommenden Süßwasserarten fehlt hier.

Einen Übergang zur nächsten Gruppe bildet der Obere Stinker, dessen Wasser bereits über 200 *mg/l* CO_3'' enthält.

III. Karbonatlacken. Das Musterbeispiel und gleichzeitig den extremsten Standort des ganzen Gebietes stellt die Runde Lacke dar, deren stets trübes, grau gefärbtes Wasser neben 1200 *mg* Cl′ plus SO_4'' auch 1254 *mg* CO_3'' enthält. Die Diatomeenflora beschränkt sich auf wenige halophile und mesohalobe Formen.

IV. Stark salzhaltige Gewässer mit einem CO_3-Gehalt unter 200 *mg/l* bei Cl′ plus SO_4''-Werten über 4000 *mg/l* (Silberlacke, Krautingsee).

II. Die Verteilung einzelner ausgewählter Diatomeen im Untersuchungsgebiet. Ökologie einzelner Formen.

Im engen Rahmen des vorliegenden Berichtes sollen einige Beispiele zu den Fragen über die Diatomeenflora des Gebietes und deren Abhängigkeit vom Chemismus des Standorts erläutert werden.

Um brauchbare Vergleichswerte zu erhalten, wurde der vorliegende Vergleich auf die Formen einer bestimmten Biozönose, des Schlammbelags im Seichtwasser, beschränkt. Von diesen wurden nur die Halophyten, bzw. Charakterformen des Gebietes ausgewählt. Ihre Verteilung wird aus Tabelle 3 ersichtlich.

In den verschiedenen Natrontümpeln („Zicklacken") des Gebietes findet sich stets — soweit der Gehalt an CO_3'' keine abnormal hohen Werte erreicht — eine typische Diatomeenassoziation, die mit Ausnahme von *Amphora commutata* mit jener

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 3.

Übersicht über die Verbreitung einzelner ausgewählter Arten im Untersuchungsgebiet.

(Sommer- und Winterwerte komb.)

		Salzlachen-		
		Quelle *F*	Phragmiteslacke	Ziehbrunnen *A*
Ionen in *mg/l*	Chloride	23·0	47·0	42·6
	Sulfate	87·0	86·4	153·6
	Hydrokarbonate	436·7	650·4	888·7
	Karbonate	Sp.	1·2	14·5
	Natrium	n. b.	182·8	367·0
	Calcium	n. b.	85·4	35·1
	Magnesium	n. b.	19·4	21·7
	Datum d. chem. Untersuchung: (1939)	29. XI.	31. VII.	13. XII.
Amphora coffeaeformis		—	—	—
Amphora commutata		—	—	—
Amphora veneta		—	1	2
Anomoeoneis sphaerophora		1	—	—
Anomoeoneis sculpta		—	—	—
Anomoeoneis polygramma		—	—	—
Anomoeoneis pannonica		—	—	—
Cymbella pusilla		—	—	—
Gomphonema constrictum		—	2	1
Navicula cincta		1	1	2
Navicula cryptocephala		—	—	1
Navicula cuspidata var. *ambigua*		—	—	—
Navicula halophila		2	1	1
Navicula oblonga		—	—	—
Nitzschia palea		—	1	1
Pinnularia microstauron var. Brébissoni		—	—	—
Rhopalodia gibba		—	3	1
Rhopalodia gibberula		—	—	—
Rhopalodia musculus		—	—	—
Scoliopleura peisonis		—	—	—
Synedra pulchella		—	—	—

Häufigkeitswerte: 1 = selten
2 = vereinzelt
3 = ziemlich häufig

der Natronseen des ungarischen Alfölds (vgl. Cholnoky, 1930) übereinstimmt. Charakterarten dieser Gesellschaft sind:

Amphora coffeaeformis	mesohalob, stenohalin
Amphora commutata	mesohalob, stenohalin
Amphora veneta	halophil, euryhalin
Anomoeoneis sphaerophora	halophil, euryhalin
Anomoeoneis sculpta	mesohalob, euryhalin
Anomoeoneis polygamma	mesohalob, stenohalin
Anomoeoneis pannonica	mesohalob, stenohalin

gebiet am Ostufer des Neusiedler Sees							Soos
Einsetz-lacke	Salz-lacke *C*	Runde Lacke	Unterer Stinker	Oberer Stinker	Silber-lacke	Kraut-ingsee	Wanne T 5
102·6	269·8	643·0	170·4	184·3	3760·0	4560·0	864·0
137·3	763·2	628·8	297·6	206·4	859·2	1036·8	2700·0
899·7	1130·3	2501·0	1169·6	1467·9	751·3	827·2	—
55·4	38·1	1254·0	87·7	232·4	147·4	25·3	—
328·9	—	2417·7	n. b.	n. b.	2648·7	n. b.	—
39·9	38·5	101·6	40·9	28·1	74·3	30·8	—
69·6	102·0	32·6	32·7	19·7	263·5	261·7	—
15. VI.	13. XII.	31. VII.	29. XI.	15. VI.	31. VII.	31. VII.	
2	3	—	—	2	2	—	2
1	1	—	—	2	1	—	2
2	—	3	—	2	4	4	—
2	2	—	3	3	1	—	2
1	1	—	3	2	1	—	3
1	3	—	1	3	3	—	3
—	1	—	2	3	1	—	—
4	3	—	—	4	1	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—
1	4	1	4	4	4	1	4
2	1	—	—	1	3	—	—
1	1	—	1	2	3	—	—
2	2	—	—	3	2	—	2
3	—	—	—	—	—	—	—
2	—	1	—	3	4	—	—
2	2	—	2	1	2	—	1
3	—	—	—	—	—	—	—
1	3	—	2	2	—	—	2
—	2	4	4	4	—	—	3
—	1	—	3	3	2	—	—
2	—	1	—	2	—	—	2

4 = sehr häufig
5 = dominierend

Cymbella pusilla	halophil, euryhalin
Navicula cincta	halophil, euryhalin
Pinnularia microst. v. Brébissoni	halophil ? euryhalin !
Rhopalodia musculus	mesohalob, stenohalin

Die ökologische Charakteristik läßt erkennen, daß die Mesohalobien und halophilen Formen allein an der Zusammensetzung dieser Gesellschaft beteiligt sind. Indifferente Oligohalobien fehlen völlig.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ein Vergleich mit den Diatomeenassoziationen der deutschen Solquellen und Gradierwerke (siehe auch Hustedt, 1925; Kolbe, 1927; Kraßke, 1927, 1932, 1939), die fast ausschließlich NaCl in höheren Konzentrationen enthalten, zeigt wesentliche Unterschiede: Als gemeinsame Formen können nur *Navicula cincta*, *Amphora coffeaeformis* und *commutata* sowie *Rhopalodia musculus* angesehen werden.

Eine kurze Charakteristik einzelner Arten bezüglich ihrer ökologischen Ansprüche wie auch ihrer Verbreitung diene zur näheren Kennzeichnung dieser Diatomeengesellschaft.

(Diagnosen- und Figurenhinweise bei den einzelnen Arten beziehen sich auf H. SWF. = Hustedt, Bacillariales in Pascher, Süßwasserflora, Jena, 1930. Andere Quellen sind nur ausnahmsweise zitiert.)

Amphora coffeaeformis (Agardh) Cleve. H. SWF., S. 345, Fig. 634.

Amphora coffeaeformis ist eine weitverbreitete stenohaline Salzwasserform, die reines Süßwasser zu meiden scheint. Im Gebiet tritt *Amphora coffeaeformis* an den meisten Standorten mit einer Chloridkonzentration über 100 *mg/l* und Sulfatkonzentration über 130 *mg/l* als häufiger Epiphyt an verschiedenen Grünalgen auf. Standortwässer mit größeren Mengen gelöster Karbonate (nicht Hydrokarbonate!) werden gemieden. Die Wasserstoffionenkonzentration scheint von gänzlich untergeordneter Bedeutung zu sein: Im Salzlachengebiet gedeiht sie bei p_H 9 ebenso wie im Mineralmoor der Soos bei Franzensbad bei p_H 5·2. Die Art gehört auch zu den typischen Formen der Natronseen des Alfölds.

Im Salzlachengebiet ist ebenso wie im Alföld das Fehlen der var. *acutiuscula* bemerkenswert, einer mit der Art durch Übergänge verbundenen Varietät, die in den deutschen Salinen allgemein verbreitet ist. Mesohalob, stenohalin.

Amphora commutata Grunow. H. SWF., S. 345, Fig. 632.

Im allgemeinen seltener als die vorige Form, auch das Verbreitungsgebiet ist wesentlich enger. Neuere Fundortsangaben: Oldesloe, Sperenberg, Salinen Münzenberg und Wisselsheim, Soos-Moor. Die mesohalobe und stenohaline Form fehlt auffallenderweise in den Natronseen der ungarischen Tiefebene. Im Gebiet tritt *A. commutata* vereinzelt an Standorten mit einem

Chloridgehalt über 100 *mg/l* auf, sie meidet aber augenscheinlich jene flachen Salzlacken, die große Konzentrationsschwankungen aufweisen. Wie *A. coffeaeformis* ist auch *A. commutata* gegen größere CO_3''-Mengen empfindlich.

Amphora veneta Kützing. H. SWF., S. 345, Fig. 631.

Auf die Verbreitung von *Amphora veneta* im Brackwasser verwies bereits Cleve. Kolbe (1927) gelangte auf Grund der im Sperenberger Salzgebiet vorliegenden Verbreitungsverhältnisse zur Ansicht, daß *Amphora veneta* als indifferent und euryhalin anzusehen sei. Cholnoky (1930) verwies hingegen darauf, daß diese Form in Ungarn zu den Charakterarten der Natrontümpel zählt und als Halobiont anzusehen sei. Auch im Untersuchungsgebiet am Neusiedler See zählt diese Art, die beiden vorigen an Häufigkeit übertreffend, zu den wenigen Charakterarten. Wir finden sie ebenso an schwach salzhaltigen Stellen (Phragmiteslacke) wie auch an den Standorten mit den extremsten Konzentrationen. (4560·0 *mg* Cl' und 1036·8 *mg* SO_4''.)

Auffallend ist die Karbonattoleranz dieser Art. Während die meisten Charakterarten des Gebietes bei steigendem CO_3''-Gehalt rasch an Häufigkeit abnehmen, finden wir *Amphora veneta* in der Runden Lacke (1254 *mg/l* CO_3'') in Gesellschaft von *Rhopalodia musculus* massenhaft im Bodenbelag wie auch insbesondere epiphytisch an *Cladophora*.

Amphora veneta ist eine ausgesprochene Charakterform der Natrongewässer. Trotz ihrer weiten Verbreitung im Süßwasser (wo sie allerdings nie eine besondere Häufigkeit erreicht) muß sie als halophil und euryhalin gekennzeichnet werden.

Anomoeoneis sphaerophora (Kütz.) Pfitzer. H. SWF., S. 262, Fig. 422.

Eine der am weitesten verbreiteten Formen, die wir in Natrongewässern des Alfölds ebenso wie im stark alkalischen Bereich unserer Zicklacken oder im saueren des Mineralmoores der Soos finden. In den Salinen wie auch im Süßwasser Deutschlands erreicht diese Art selten derartige Häufigkeitswerte wie in Ungarn und am Neusiedler See. *Anomoeoneis sphaerophora* scheint im Gegensatz zu den folgenden Arten äußerst eurytherm zu sein, es sind Massenvorkommen ebenso aus Zentralasien (5200 *m*!) wie aus tropischen Klimaten (El Kab) bekannt. Die Art ist deutlich von den folgenden Anomoeoneisarten zu unterscheiden. Halophil, euryhalin.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Anomoeoneis sculpta (Ehr.) Cleve. H. SWF., S. 262, Fig. 423.
(Syn. Anom. *sphaerophora* var. *sculpta* (Ehr.) O. Müller.)

Anomoeoneis sculpta, *polygramma* und *pannonica* scheinen weitgehend durch Übergänge verbunden zu sein. Da über ihren systematischen Wert nur umfangreiche Kulturversuche Aufschluß geben können, soll vorläufig ihre Behandlung noch getrennt erfolgen.

Während *Anomoeoneis sculpta* nur an wenigen Salzstellen Deutschlands auftritt, ist sie in den Salinen Südmährens, im Gebiete um den Neusiedler See und in den Natrongewässern Ungarns eine der häufigsten Formen. Ihre Verbreitung beschränkt sich im Gegensatz zu *Anom. sphaerophora* auf wärmere Gegenden. Die Art scheint höheren CO_3''-Konzentrationen gegenüber wesentlich empfindlicher zu sein, als dies bei *A. sphaerophora* der Fall ist. Die aktuelle Reaktion ist für die Verbreitung dieser Art scheinbar ohne jede Bedeutung.

Anomoeoneis polygramma (Schum.) H. SWF., S. 262, Fig. 425.
(Syn. *Anom. sphaerophora* var. *polygramma* (Ehr.) O. Müller.)

Anomoeoneis pannonica (Grunow) Grunow, Verhlg., 1860, S. 541, Fig. 40.

Die von Grunow (1860) aus dem Neusiedler See beschriebene *Navicula pannonica* (= *Anom. pannonica*) ist von *Anomoeoneis polygramma* nur schwer unterscheidbar. Beide sind durch lückenlose Übergänge verbunden, die systematische Zuordnung der Übergangsformen ist stets subjektiv. Wenn hier trotzdem beide Formen gesondert angeführt wurden, so geschah dies lediglich zum Vergleich ihrer Verbreitungsgebiete. Während *Anomoeoneis polygramma* auch von anderen Standorten bekannt ist (Soos, Plattensee, Wan-See usw., fossil von Gyöngyöspa und Soos), beschränkt sich das Auftreten der *Anomoeoneis pannonica* auf die Natronwässer der ungarischen Tiefebene und den Neusiedler See.

Im Untersuchungsgebiet treten beide Arten fast stets gemeinsam auf. Bemerkenswert scheint der Umstand, daß sie sich nicht auf dem grauen Zickschlamm, wohl aber auf sandigem Untergrund ansiedeln, ein Verhalten, das beide Formen nicht nur überall im Untersuchungsgebiet, sondern in gleicher Weise auch in den Kulturen (Petrischalen) zeigten.

Beide Formen scheinen mesohalob und stenohalin zu sein; *Anomoeoneis pannonica* ist eine Charakterart der Natronseen. Es werden größere Mengen gelöster Sulfate, nicht aber gelöster Karbonate vertragen.

Navicula cincta (Ehr.) Kützing. H. SWF., S. 298, Fig. 510.

Charakterart salziger Gewässer, die auch im Süßwasser allgemein verbreitet ist, ohne hier aber größere Häufigkeit zu erlangen. Sie gehört zu den häufigsten Diatomeen des Salzlachengebietes und findet sich überall, soweit die CO_3''-Konzentration unter 300 *mg/l* bleibt. Höhere Karbonatmengen werden im Freiland stets gemieden. Halophil, euryhalin.

Navicula halophila (Grun.) Cleve. H. SWF., S. 268, Fig. 436.

Die oft verkannte Art gehört zu den typischen Schlammbewohnern salzhaltiger Gewässer. Sie ist ebenso im nur NaCl-haltigen Salzwasser wie auch in den Natrontümpeln außerordentlich häufig. Sie meidet nicht nur stärker bewegtes Wasser, sondern auch Standorte mit bedeutenderen Konzentrationsschwankungen, was für ihre stenohaline Natur spricht. Mesohalob.

Navicula cuspidata var. ambigua (Ehr.) Cleve. H. SWF., S. 268, Fig. 434.

Die als β-mesosaprob geltende var. *ambigua* verträgt im Gegensatz zur im Gebiet fehlenden Stammform nicht nur höhere Chloridkonzentrationen ohne Schädigung, sondern sie kommt im Bereiche der Salzlacken mehrfach an Stellen mit mehr als 3000 *mg/l* Cl' zur Massenentwicklung. Die euryhaline, oligohalobe Form scheint demnach nicht als indifferent, sondern als halophil anzusehen sein, um so mehr, als in den Natrontümpeln des Alfölds das gleiche Verhalten vorliegt. Hervorzuheben wäre, daß *Navicula cuspidata* var. *ambigua* scheinbar nur im alkalischen p_H-Bereich zu einer Massenvegetation gelangen kann. Schroeder (1939) fand im Gebiet der Zwickauer Mulde eine optimale Entwicklung bei p_H 7·4; am Neusiedler See lag diese zwischen p_H 9—10. Gegen hohen CO_3''-Gehalt des Wassers erweist sich diese Form als ± empfindlich.

Navicula cryptocephala Kützing. H. SWF., S. 295, Fig. 496.

Die β-mesosaprobe Form ist im ganzen Gebiet verbreitet, ohne aber eine größere Häufigkeit zu erreichen. Als extrem euryhalin ist die oligohalobe *Navicula cryptocephala* nicht zur biologischen Kennzeichnung der Versalzung eines Gewässers geeignet. Auch die Wasserstoffionenkonzentration scheint für die Verbreitung dieser Art ohne Bedeutung zu sein.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Pinnularia microstauron var. Brébissonii (Kütz.) Hust. H. SWF., S. 321, Fig. 584.

Pinnularia microstauron var. *Brébissonii* ist die einzige Pinnularia-Art, die im Salzlackengebiet eine gewisse Häufigkeit aufweist. Die von Cholnoky (1930) als *Pinnularia Brébissonii* var. *diminuta* bezeichnete Wuchsform, der kein weiterer systematischer Wert zukommt, herrscht im Gebiet vor. Sie gehört zu den wenigen Diatomeen der Salzlacken mit abnormal hohem CO_3''-Gehalt.

Im Schlammbelag des Soosmoores war *Pinnularia microstauron* var. *Brébissonii* bei Chlorid- und Sulfatkonzentrationen, die denen des Salzlachengebietes im wesentlichen entsprechen, fast stets mit *Pinnularia viridis*, *maior* und *globiceps* var. *Krookii* vergesellschaftet. Sie gehört zu den wenigen Diatomeen, die alkalische Reaktionen von p_H 9 und mehr vertragen. Die vorliegenden Verbreitungsangaben sprechen für den halophilen Charakter dieser euryhalinen Form.

Rhopalodia gibba (Ehr.) O. Müller. H. SWF., S. 390, Fig. 740.

Rhopalodia gibberula (Ehr.) O. Müller. H. SWF., S. 391, Fig. 742.

Rhopalodia gibba und *gibberula* gehören zu den häufigsten epiphytischen Diatomeen des Gebietes, sind aber auch im Schlammbelag stets zu finden. Die beiden ökologisch scharf unterscheidbaren Diatomeen geben ein schönes Beispiel für vikariierende Arten: *Rhopalodia gibba* herrscht in allen Salzlacken mit einem Chlorid und Sulfatgehalt unter 300 *mg/l* vor. *Rhopalodia gibberula* fehlt an diesen Standorten oder kommt höchstens selten in einzelnen Exemplaren vor. Diese löst *Rh. gibba* an allen Standorten höherer Salzkonzentration ab, meidet jedoch dabei Stellen mit starken Konzentrationsschwankungen. Während *Rhopalodia gibba* oligohalob ist, muß *Rh. gibberula* zu den Mesohalobien gezählt werden. Letztere gehört auch zu den typischen Bewohnerinnen der ungarischen Natronseen. Beide Arten sind an keinen bestimmten p_H-Bereich gebunden, meiden aber höhere CO_3'-Konzentrationen.

Zusammenfassung.

Wiewohl der vorliegende Bericht als vorläufige Mitteilung nur einen Bruchteil der Untersuchungsergebnisse anführen kann, lassen sich doch einige wesentliche Punkte als Teilresultate herausgreifen:

1. So verschieden der Chemismus der einzelnen Salzlacken, Gräben und Ziehbrunnen an sich ist, lassen sich doch einige gemeinsame Merkmale dieser Gewässer feststellen: Bei wechselndem Gehalt an Cl', SO_4'' und CO_3'' ist überall (mit Ausnahme der Quelle *E*) die Hydrokarbonatkonzentration größer als die Ca-Mg-Konzentration. Die dadurch nachgewiesenen größeren Mengen leichtlöslicher Karbonate liegen in der Form von Soda vor und bestimmen die alkalische Reaktion des Wassers. Im einzelnen lassen sich 4 hydrochemische Grundtypen feststellen, die auch makro- und mikrofloristisch deutlich unterscheidbar sind. (Vgl. S. 58—61.)

2. Dem unterschiedlichen Chemismus der einzelnen Standorte entsprechend, ist auch die Diatomeenflora der einzelnen Tümpel, Gräben und Brunnen durchaus verschieden. Die wenigen Formen, die den meisten Standorten gemeinsam sind, entsprechen im wesentlichen den Charakterarten der Natronseen des Alfölds.

3. Die Diatomeenflora des Gebietes ist von jener der deutschen Salinen und Solwässer, die fast ausschließlich Natriumchlorid enthalten, deutlich verschieden. Von allen bisher untersuchten Standorten weist das Mineralmoor der Soos bei Franzensbad (vgl. Legler, 1939), welches bei sauerer Reaktion ebenfalls bedeutende Mengen von Chloriden und Sulfaten enthält, die meisten gemeinsamen Formen auf.

4. Die Gleichartigkeit der Diatomeenflora an diesen beiden Standorten verschiedener Wasserstoffionenkonzentration scheint für zahlreiche Diatomeen die untergeordnete Bedeutung des p_H-Wertes zu beweisen.

5. Eine Einteilung der Diatomeen nach der Alkalinität des Standortes, wie sie Hustedt (1938) versucht hat, scheint nach den vorliegenden Ergebnissen ohne Berücksichtigung des Gesamtchemismus nicht durchführbar.

6. Die erstmalig untersuchte Toleranz der einzelnen Arten gegenüber größeren Mengen (über 1000 *mg/l*) gelöster Karbonate (nicht Hydrokarbonate!) erwies sich im Freiland als außerordentlich gering. Lediglich zwei Arten, *Amphora veneta* und *Rhopalodia musculus*, konnten an derartigen Standorten zu einer Massenvegetation gelangen.

7. Das Halobiensystem Kolbes (1927, 1932) bewährt sich auch bei der Untersuchung von Gewässern, deren Versalzung durch verschiedene Ionengruppen gegeben ist; inwieweit andere Ionengruppen ähnlicher Wirkung, wie z. B. Sulfate, hiebei zu

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

berücksichtigen sind, kann erst dann entschieden werden, bis die Wirkungsintensität dieser Anionen im Verhältnis zu jener der Chloride zahlenmäßig erfaßt werden kann. Eine gewisse Gleichartigkeit der Wirkung von Chloriden und Sulfaten in äquilibrierten Lösungen scheint jedoch gegeben. Bis zur endgültigen Klärung dieser Fragen scheint es notwendig, die Kolbe'schen Grenzwerte nicht auf NaCl, sondern auf Cl' zu beziehen. Ein Bezug auf den Gesamtsalzgehalt scheint nicht angezeigt, so lange die spezifische Wirkung der einzelnen Ionen nicht näher bekannt ist.

Eine eingehendere Stellungnahme zu den verschiedenen, bei der Untersuchung des Salzlachengebietes aktuell gewordenen Fragen ist einer späteren, ausführlichen Gesamtdarstellung vorbehalten.

Schrifttum.

Beger H., Biologische Wasseruntersuchung. In Abderhalden, Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. IV, Teil 15, Heft 1, S. 591, 1931.

Bojko H., Über die Pflanzengesellschaften im burgenländischen Gebiete östlich vom Neusiedler See. Burgenländ. Heimatblätter, Bd. 1, S. 43, 1932.

— Die Vegetationsverhältnisse im Seewinkel, II. Beih. Bot. Centralblatt, *51*, II, S. 601, 1934.

Cholnoky B. v., Über die Diatomeen-Assoziationen der Umgebung des Dorfes Szamosfalva bei Koloszvár. Hedwigia, *66*, S. 283, 1926.

— Adnotationes criticae ad Floram Bacillariearum Hungariae. III. Seltene Diatomeen aus Ungarn. Magyar Bot. Lapok, *26*, S. 1, 1928.

— Adnotationes IV. Floristisch-ökologische Bacillarien-Untersuchungen in den südlichen Teilen der ungarischen Tiefebene. Magyar Bot. Lapok, *28*, S. 100, 1930.

Cleve P. T., Synopsis of the Naviculoid Diatoms. Kongl. Sv. Vet.-Ak. Handl., *26*, *27*, 1894—1895.

Franz H., Höfler K., Scherf E., Zur Biosoziologie des Salzlachengebietes am Ostufer des Neusiedler Sees. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, *86*, *87*, S. 297, 1937.

Geitler L., Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen). Arch. f. Prot., S. 1, 193.

Grunow A., Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, *10*, S. 503, 1860.

— Die österreichischen Diatomaceen I, II. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, *12*, 315, 545, 1862.

Höfler K. u. Legler Fr., Über die Salzresistenz einiger Diatomeen aus dem Franzensbader Mineralmoor. Beih. Bot. Centralblatt, *60*, *A*, S. 327, 1940.

Hoffmann A., Beitrag zur Coleopterenfauna des Neusiedler Seegebietes. Entom. Anz. V und VI, 1925, 1926.

Hustedt F., Bacillariales aus den Salzgewässern bei Oldesloe in Holstein. Mitt. Geogr. Ges. Naturhist. Mus. Lübeck, II, *30*, S. 84, 1925.

Hustedt F., Bacillariophyta, In Pascher, Süßwasserflora Mitteleuropas, Heft 10, Jena 1930.

— Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra usw. Trop. Binnengewässer, VII, S. 131, 187, 393, 638, VIII, S. 274. Stuttgart, 1938.

Kolbe R. W., Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasserdiatomeen. Pflanzenforschung, Heft 7, Jena, 1927.

— Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. Ergebnisse der Biologie, *8*, S. 221, 1932.

Kraßke G., Diatomeen deutscher Solquellen und Gradierwerke, I. Arch. f. Hydrobiologie, *18*, S. 252, 1927.

— Diatomeen deutscher Solquellen und Gradierwerke, II. Hedwigia, 72, S. 135, 1932.

— Diatomeen deutscher Solquellen und Gradierwerke, III. Beih. Bot. Centralblatt, *59*, *A*, S. 413, 1939.

Kuhlmann J. u. Großfeld J., Maßanalytische Bestimmung des Sulfations in Trink- und Gebrauchswässern. Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, *43*, S. 377, 1922.

Legler Fr., Studien über die Ökologie der rezenten und fossilen Diatomeenflora des Egerer-Franzensbader Tertiärbeckens. I. Beih. Bot. Centralblatt, *59*, *A*, S. 1, 1939.

Legler Fr. u. Kraßke G., Diatomeen aus dem Vansee (Armenien). Beih. Bot. Centralblatt, *60*, *B*, S. 335, 1940.

Lunge G., Die Wasserversorgung von Zürich. Zürich, 1885.

Machura L., Ökologische Studien im Salzlackengebiet des Neusiedler Sees, mit besonderer Berücksichtigung der halophilen Koleopteren- und Rhynchotenarten. Z. wiss. Zoologie, *146*, S. 555, 1935.

— Zur Biologie und geographischen Verbreitung der halophilen Coleopteren und Rhynchoten des Neusiedler Seegebietes. Zool. Anz., *110*, S. 77, 1935.

Maucha R., Hydrochemische Methoden in der Limnologie. Die Binnengewässer, Bd. XII, 1932.

Müller O., Bacillariales aus den Natrontälern von El Kab. Hedwigia, *38*, 274, 1899.

Pantocsek J., A Balaton kovamoszatai vagy Bacillariái. Balaton tud. tanulm. eredménye II/2, Budapest, 1902.

— A Fertö tó kovamoszat viránya. Preßburg, 1912.

Pesta O., Beiträge zur Kenntnis der Tierwelt (Entomostrakenfauna) des Zicklackengebietes am Ostufer des Neusiedler Sees im Burgenland. Öst. Zool. Anz., *118*, S. 177, 1937.

Repp G., Ökologische Untersuchungen im Halophytengebiet am Neusiedler See. Jahrb. f. wiss. Bot., *88*, S. 554, 1939.

Schroeder H., Die Algenflora der Mulde. Pflanzenforschung, Heft 21, Jena, 1939.

Splittgerber A. u. Nolte E., Untersuchung des Wassers. In Abderhalden, Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. IV, Teil 15, Heft 1, 1931.

Stocker O., Das Halophytenproblem. Ergebnisse d. Biologie, *3*, 1928.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Swarowsky A., Die hydrographischen Verhältnisse des Burgenlandes. Burgenland-Festschrift, Wien, S. 49, 1920.

Tillmans J., Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. Halle, 1915.

Varga L., Die physikalisch-chemischen Verhältnisse des Fertö-Sees. Zeitschrift f. Hydrol. Budapest, *11*, S. 60, 1931.

— Katastrophen in der Biozönose des Fertö-Sees. Internat. Revue Hydrobiol. u. Hydrographie, *27*, S. 130, 1932.

Wenzl H., Bodenbakteriologische Untersuchungen auf pflanzensoziologischer Grundlage. I. Beih. Bot. Centralblatt, *52*, *A*, S. 73, 1934.

— Desgl. II. Centralblatt f. Bakteriologie, *80*, II, S. 353, 1934.

Winkler L. W., Über die Bestimmung der freien Kohlensäure im Trink- und Brauchwasser. Z. f. angew. Chemie, *27*, I, S. 511, 1914.

— Beiträge zur Wasseranalyse II. Z. f. angew. Chemie, *29*, I, S. 44, 1916.

— Beiträge zur Wasseranalyse VI, VII. Z. f. angew. Chemie, *34*, I, S. 115, 143, 1921.